

## ALUMINUM ALLOY EXCELLENT IN WEAR RESISTANCE AND EXTRUDABILITY

Patent number: JP62222039  
Publication date: 1987-09-30  
Inventor: OOHORI KOUICHI; WATABE AKIRA; TAKEUCHI ISAO  
Applicant: MITSUBISHI ALUMINIUM  
Classification:  
- international: C22C21/06  
- european:  
Application number: JP19860065348 19860324  
Priority number(s): JP19860065348 19860324

[Report a data error here](#)

### Abstract of JP62222039

**PURPOSE:** To obtain an Al alloy excellent in wear resistance and extrudability and reduced in cutting-tool wear and falling of hard grains at the time of machining, by specifying a composition consisting of Mg, Si, Mn, and Al. **CONSTITUTION:** The Al alloy has a composition consisting of, by weight, 1.9-7.6% Mg, 1.6-4.9% Si, 0.5-1.5% Mn, and the balance Al with inevitable impurities and further containing, if necessary, either or both of one or more kinds among 0.3-1.0% Fe, 0.03-0.25% Cr, 0.05-0.25% Zr, and 0.03-0.25% V and 0.05-0.5% Cu and/or 0.25-1.5% Zn. This Al alloy is excellent in wear resistance and extrudability and reduced in cutting-tool wear. It is preferable that the above Al alloy is subjected to homogenizing treatment at about 400-575 deg.C after casting. Moreover, it is desirable that extruding of the above Al alloy is carried out at about 350-550 deg.C at  $\geq$  about 75% extruding draft.

---

Data supplied from the [esp@cenet](mailto:esp@cenet) database - Worldwide

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭62-222039

⑤ Int.Cl.<sup>4</sup>  
C 22 C 21/06識別記号 庁内整理番号  
Z-6411-4K

④ 公開 昭和62年(1987)9月30日

審査請求 未請求 発明の数 4 (全5頁)

⑬ 発明の名称 耐摩耗性および押出性にすぐれたアルミニウム合金

⑭ 特 願 昭61-65348

⑮ 出 願 昭61(1986)3月24日

⑯ 発 明 者 大 掘 紘 一 裾野市稲荷82-1 三菱社宅423  
 ⑯ 発 明 者 渡 部 晶 裾野市稲荷82-1 三菱社宅113  
 ⑯ 発 明 者 竹 内 庸 裾野市二ツ屋67-7  
 ⑰ 出 願 人 三菱アルミニウム株式 東京都千代田区大手町1丁目5番1号  
 会社  
 ⑱ 代 理 人 弁理士 富田 和夫 外1名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

耐摩耗性および押出性にすぐれたアルミニウム合金

## 2. 特許請求の範囲

(1) Mg: 1.9 ~ 7.6 %.

Si: 1.6 ~ 4.9 %.

Mn: 0.5 ~ 1.5 %.

を含有し、そして残りがAlおよび不可避不純物からなる成分組成(以上重量%)を有することを特徴とする、耐摩耗性および押出性にすぐれたアルミニウム合金。

(2) Mg: 1.9 ~ 7.6 %.

Si: 1.6 ~ 4.9 %.

Mn: 0.5 ~ 1.5 %.

を含有し、さらに

Fe: 0.3 ~ 1.0 %.

Cr: 0.03 ~ 0.25 %.

Zr: 0.05 ~ 0.25 %.

V: 0.03 ~ 0.25 %.

のうちの1種または2種以上を含有し、そして残りがAlおよび不可避不純物からなる成分組成(以上重量%)を有することを特徴とする、耐摩耗性および押出性にすぐれたアルミニウム合金。

(3) Mg: 1.9 ~ 7.6 %.

Si: 1.6 ~ 4.9 %.

Mn: 0.5 ~ 1.5 %.

を含有し、さらに

Cu: 0.05 ~ 0.5 %.

Zn: 0.25 ~ 1.5 %.

のうちの1種または2種を含有し、そして残りがAlおよび不可避不純物からなる成分組成(以上重量%)を有することを特徴とする、耐摩耗性および押出性にすぐれたアルミニウム合金。

(4) Mg: 1.9 ~ 7.6 %.

Si: 1.6 ~ 4.9 %.

Mn: 0.5 ~ 1.5 %.

を含有し、さらに

Fe: 0.3 ~ 1.0 %、

Cr: 0.03 ~ 0.25 %、

Zr: 0.05 ~ 0.25 %、

V: 0.03 ~ 0.25 %、

のうちの1種または2種以上、および

Cu: 0.05 ~ 0.5 %、

Zn: 0.25 ~ 1.5 %、

のうちの1種または2種を含有し、そして残りがAlおよび不可避不純物からなる成分組成(以上重量%)を有することを特徴とする。耐摩耗性および押出性にすぐれたアルミニウム合金。

### 3. 発明の詳細な説明

#### [産業上の利用分野]

この発明は耐摩耗性および押出性にすぐれたアルミニウム合金に関するものである。

#### [従来の技術]

一般に、アルミニウムは硬度が低くて耐摩耗性に劣るので、その硬度を上げて耐摩耗性を向上さ

(1) 前記高Si含有Al合金中のSi含有量を1.6 ~ 4.9重量%と減らして、Mg含有量を1.9 ~ 7.6重量%と増大させると、そのSi含有量の減少によつてAl合金の押出性と耐食性が向上するとともに、そのSiの大部分は $Mg_2Si$ なる金属間化合物を形成し、この $Mg_2Si$ がAl中に分散して、前記Si含有量の減少に伴う耐摩耗性の低下を阻止すること。

(2) 前記のようなSiおよびMgを含むAl合金中にMnを0.5 ~ 1.5重量%含有させると、このMnは後述のFeも含めてAl-(Mn, Fe)-Si系金属間化合物( $\alpha$ 相)を形成し、この $\alpha$ 相はAl中に分散してAl合金の耐摩耗性を向上させること。

すなわち、前記(1)で述べたことと合わせると、高Si含有Al合金中に分散しているSi粒子の量を減らすことによつて、このAl合金の押出性と耐食性が向上し、一方、その中でMgを増量し、かつMnを添加することによつて、 $Mg_2Si$ およびAl-(Mn, Fe)-Si系化合物が形成し、これらの金属間化合物はAl中に分散して前記Si粒子の減少によつて起る筈の耐摩耗性の低下を補う結果、このように改

せるために従来種々の合金成分がアルミニウムに添加されており、例えば、JIS H4140に規定される4032のアルミニウム合金においては1.0 ~ 1.35重量%という多量のSiを添加して、アルミニウム中に硬質のSi粒子を分散させ、その耐摩耗性を高めている。

#### [発明が解決しようとする問題点]

しかしながら、上記の高Si含有アルミニウム合金は、耐摩耗性にはすぐれているものの、押出性に劣るので、特にポートホール押出によつてパイプ等を製造するのは困難であり、またSi粒子の硬度が非常に高いところから、このようなアルミニウム合金の切削加工に際しては、バイトの摩耗が激しく、さらに仕上面でこのSi粒子が脱落して切削面の粗度が低下し、概して機械加工性にも劣る上に、Al中に分散している多量のSi粒子によつて耐食性も損われるという問題があつた。

#### [研究に基づく知見事項]

本発明者等は、上述のような状況に鑑みて種々研究を重ねた結果、

変したAl合金は前記高Si含有Al合金に匹敵する耐摩耗性を保持しながら押出性にもすぐれたものとなること、

(3) 上記のような量のSi, MgおよびMnを含むAl合金中に、さらにFe: 0.3 ~ 1.0 %, Cr: 0.03 ~ 0.25 %, Zr: 0.05 ~ 0.25 %およびV: 0.03 ~ 0.25 % (各はすべて重量%、以下も特にことわらなければ各はすべて重量%を意味する)のうちの1種または2種以上を添加すると、これらの成分は、前記Mnと同様に、AlおよびSiと結合して前記Al-(Mn, Fe)-Si系金属間化合物を形成し、これらの化合物はAl中に分散して、上記Al合金の耐摩耗性を一層向上させること、

(4) 前記量のSi, MgおよびMnを含むAl合金、またはこれにさらに前記量のFe, Cr, ZrおよびVのうちの1種または2種以上を含有させたAl合金に、Cu: 0.05 ~ 0.5 %およびZn: 0.25 ~ 1.5 %のうちの1種または2種を添加すると、これらのAl合金の強度を高めること、を見出した。

## 〔問題点を解決するための手段〕

この発明は、上記知見に基づいて発明されたもので、耐摩耗性と押出性にすぐれ、かつ切削加工時にバイトの摩耗や硬質粒子の脱落が少ないアルミニウム合金を提供することを目的とし、

Mg: 1.9 ~ 7.6 %、

Si: 1.6 ~ 4.9 %、

Mn: 0.5 ~ 1.5 %、

を含有し、さらに、必要に応じて

Fe: 0.3 ~ 1.0 %、

Cr: 0.03 ~ 0.25 %、

Zr: 0.05 ~ 0.25 %、

V: 0.03 ~ 0.25 %、

のうちの1種または2種以上、および

Cu: 0.05 ~ 0.5 %、

Zn: 0.25 ~ 1.5 %、

のうちの1種または2種を含有し、そして残りがAlおよび不可避不純物からなる成分組成を有することを特徴とする、耐摩耗性および押出性にすぐれたアルミニウム合金、

定めた。

## (2) Si

Si成分は、上述のようにMgと結合して $Mg_2Si$ なる金属間化合物を形成し、この $Mg_2Si$ 粒子はAl合金に耐摩耗性を付与するとともに、遊離のSi粒子のようにAl合金の耐食性を損うことがなく、またこのような $Mg_2Si$ を形成した上でさらに余ったSi成分はAl、Mn、あるいはさらに後述のFe、Cr、Zr、Vのうちのいずれか1種以上と結合して、例えばAl-(Mn, Fe)-Si系の金属間化合物( $\alpha$ 相)を形成し、この $\alpha$ 相もAl中に分散して合金の耐摩耗性を向上させる。

したがって、Mgの項で述べた $Mg_2Si$ 量と、この $\alpha$ 相を形成させるのに必要なSi量、さらに遊離のSi粒子を形成させないSi量を考慮して、この発明ではSi含有量を1.6 ~ 4.9 %と定めた。

## (3) Mn

Mn成分は、上述のように、AlおよびSiと結合して、耐摩耗性の向上に寄与する $\alpha$ 相の形成に役立つ成分であるが、その含有量が0.5 %未満では耐

に係わるものである。

つぎに、この発明において成分組成範囲を上記のとおりに限定した理由を述べる。

## (1) Mg

Mg成分には、Al中に固溶してAl合金の強度を高め、もつてAl合金の押出時における変形抵抗を大きくする作用があるが、Siと共存することによりその大部分は $Mg_2Si$ なる金属間化合物を形成するため、その押出性を害うことがなく、この $Mg_2Si$ はAl合金の耐摩耗性の向上に寄与する。

この発明のAl合金においては、それに含有させるMg量を1.9 ~ 7.6 %としているので、後述のSi含有量: 1.6 ~ 4.9 %と合わせると、 $Mg_2Si$ 量としては3 ~ 12 %となり、若干の過剰Siが $Mg_2Si$ 以外の形で含まれることになる。この $Mg_2Si$ 含有量が3 %未満では十分な耐摩耗性を得ることができず、一方それが12 %を越えると、初晶の形で $Mg_2Si$ が晶出し、これがAl合金の押出性や切削性を害うことから、Mg含有量は、この $Mg_2Si$ 含有量: 3 ~ 12 %に対応する上記の1.9 ~ 7.6 %に

摩耗性の向上に効果がなく、またそれが1.5 %を越えると、巨大な初晶化合物を形成してAl合金の切削性や伸び等に悪影響を及ぼすことから、その含有量を0.5 ~ 1.5 %と定めた。

## (4) Fe, Cr, ZrおよびV

Fe, Cr, ZrおよびV成分は、いずれもMnと同様にAlおよびSiと結合して金属間化合物を形成し、もつてAl合金の耐摩耗性を一層向上させる作用があるので、必要に応じて添加されるが、その含有量がそれぞれ0.3, 0.03, 0.05および0.03 %未満では前記耐摩耗性を一層向上させる作用が得られず、一方それが、Feについて1.0 %, Cr, Zr, Vについて0.25 %をそれぞれ越えると、いずれも巨大な初晶化合物を形成して合金の切削性と伸びを悪化させることから、これら成分の含有量を、それぞれFeについては0.3 ~ 1.0 %, CrおよびVについて0.03 ~ 0.25 %, そしてZrについては0.05 ~ 0.25 %と定めた。

## (5) CuおよびZn

CuおよびZn成分は、Al中に固溶してその強度を

高める作用があるので、必要に応じてこの発明の合金中に含有されるが、これらの含有量がCuで0.05%未満、Zrで0.25%未満になると上記作用に十分な効果が得られず、一方それが、Cuについて0.5%を越えるとAl合金の耐食性が損われ、そしてZnについて1.5%を越えると、切削時にそのAl合金の表面仕上り性が悪化することから、これら成分の含有量を、それぞれCuについては0.05～0.5%、そしてZnについては0.25～1.5%と定めた。

なお、この発明のAl合金においては、その製造後に、製造組織の均質化、Mg、Si成分等の固溶、 $Mg_2Si$ 化合物の球状化およびAl-(Mn, Fe)-Si系化合物の微細な析出を促進して、このAl合金に所望の耐摩耗性、押出性および強度を確実に付与するためには均質化処理を施す必要があり、この均質化処理の温度が400℃未満では前記効果が十分に得られず、一方それが575℃を越えると部分的な共晶融解を生ずる虞れがあることから、この温度は一般に400～575℃でなければなら

ない。その後、これらのビレットに、温度：560℃に6時間保持の均質化処理を施し、ついで温度：500℃において各ビレットを直径：36mmの丸棒に押出した。つぎに、これらの丸棒を引張矯正した後、温度：530℃に1時間保持して溶体化し、ついで水焼入れしてから、温度：180℃に8時間保持するT6処理を施した。

上記の押出時において、押出製品の表面に割れを生じさせないで丸棒を押出することができる最大押出速度を測定し、これによつて前記各合金の押出性を評価した。

また、前記本発明Al合金、比較Al合金および従来Al合金の耐摩耗性を評価するために、これらの合金からなる前記各丸棒から、試験片として、接触面において4mmの直径を有する円柱状のピンを切り出し、これらのピンを、ピン・ディスクタイプの摩耗試験機を用い、接触圧力：300g/mm<sup>2</sup>、摩耗速度：1250m/minの条件で回転しつつある相手材のFC25鑄鉄製ディスクに100分間押しつけて各ピンの摩耗量を測定した。

らない。

また、この発明のAl合金を押出しによつて随々の部材に加工する場合、この押出加工を350～550℃以外の温度で実施すると、押出時に表面クラックが発生し、そして押出加工度が75%未満であると、鑄塊中の巣、ピンホールなどの鑄造欠陥の圧着が十分に達成されないために、これらの欠陥が押出後に残留して、製品の機械的性質や切削加工後における表面性状が劣化するので、この押出加工は350～550℃の温度および75%以上の押出加工度において遂行する必要がある。

#### 〔実施例〕

ついで、比較例と対比しながら、この発明を実施例によつて説明する。

それぞれ第1表に示される成分組成を有する本発明Al合金1～13、この発明の範囲から外れた組成を有する比較Al合金1～8（外れた成分を第1表中※印で示す）、および前記JIS 4032の高Si含有Al合金に相当する従来Al合金の溶湯から、いずれも直径：200mmのビレットを鑄造

種 別		成 分 組 成 ( 重 量 % )										最大押 出速度 mm/min	摩耗量 mm	バイト 摩 耗
		Mg	Si	Mn	Fe	Cr	Zr	V	Cu	Zn	Al			
本 発 明 Al 合 金	1	2.0	3.1	1.1	—	—	—	—	—	—	残り	20	4.8	○
	2	7.5	2.9	1.0	—	—	—	—	—	—	残り	10	4.0	△
	3	4.4	1.7	0.9	—	—	—	—	—	—	残り	13	4.9	○
	4	4.6	4.9	0.8	—	—	—	—	—	—	残り	12	3.8	△
	5	4.5	3.0	0.6	—	—	—	—	—	—	残り	15	4.7	○
	6	4.4	3.1	1.4	—	—	—	—	—	—	残り	15	4.2	△
	7	4.7	2.9	1.1	0.5	—	—	—	—	—	残り	15	4.2	○
	8	4.6	3.0	1.0	—	0.10	—	—	—	—	残り	15	4.4	○
	9	4.6	3.1	0.9	—	—	0.09	—	—	—	残り	15	4.4	○
	10	4.5	3.0	0.9	—	—	—	0.1	—	—	残り	15	4.4	○
	11	4.4	3.0	1.0	—	—	—	0.1	0.2	—	残り	13	4.5	○
	12	4.5	2.8	1.0	—	—	—	—	—	0.6	残り	15	4.5	○
	13	4.5	3.1	1.1	0.4	0.03	0.12	—	0.1	0.5	残り	15	4.1	○
比 較 Al 合 金	1	1.7 <sup>※</sup>	1.1 <sup>※</sup>	1.1	0.5	—	0.11	—	0.1	0.5	残り	20	6.2	○
	2	1.8 <sup>※</sup>	3.1	0.9	0.4	—	0.12	—	0.1	0.6	残り	20	5.4	○
	3	8.1 <sup>※</sup>	2.9	1.0	0.4	—	0.11	—	0.2	0.6	残り	5	3.9	×
	4	4.5	0.9 <sup>※</sup>	0.9	0.5	—	0.10	—	0.1	0.5	残り	11	5.8	○
	5	4.6	5.6 <sup>※</sup>	0.8	0.4	—	0.12	—	0.2	0.5	残り	10	3.9	×
	6	8.0 <sup>※</sup>	5.1 <sup>※</sup>	1.0	0.6	—	0.10	—	0.1	0.5	残り	3	3.7	×
	7	4.4	3.0	0.2 <sup>※</sup>	0.4	—	0.09	—	0.2	0.6	残り	15	5.2	○
	8	4.4	2.9	1.9 <sup>※</sup>	0.4	—	0.10	—	0.1	0.6	残り	15	3.8	×
JIS 4032 Al合金		1.0	12.1	—	0.4	Ni: 1.0		0.9	—	残り	5	4.9	×	

第 1 表

さらに、従来のJIS 4032合金と比較した上記Al合金のバイト摩耗をそれぞれ観察して、各バイトがこのJIS 4032合金の場合と同程度の著しい摩耗を起して通常の表面粗度を維持できなくなつたものを×印、この摩耗よりは軽度である若干の摩耗を生じたものを△印、そして殆ど摩耗を生じなかつたものを○印で評価した。

これらの結果も合わせて第1表に示した。

#### 〔発明の効果〕

第1表に示された結果から、本発明Al合金1～13ではいずれも最大押出速度が大きい上に摩耗量が少なく、かつバイト摩耗も少ないのに対して、比較Al合金1ではMgとSiが少な過ぎるために摩耗量が多く、比較Al合金2ではSiが十分存在しているもMg量が少な過ぎるのでやはり耐摩耗性に劣り、比較Al合金3ではMgが多過ぎるために押出性が劣る上にバイト摩耗が著しく、比較Al合金4ではSi量が少な過ぎるために摩耗量が多く、比較Al合金5ではSi量が多過ぎるためにバイト摩耗が激しく、比較Al合金6ではMgとSiが多過ぎるために押出性

が著しく悪い上にバイト摩耗が激しく、比較Al合金7ではMnが不足しているために耐摩耗性が低く、そして比較Al合金8ではMnが多過ぎるためにバイト摩耗が激しいことがわかる。

以上述べた説明から明らかなように、この発明によると、すぐれた押出性ばかりでなく、従来の高Si含有Al合金に匹敵するか、またはそれ以上のすぐれた耐摩耗性もそなえ、したがつてこのような特性が特に要求される空圧シリンダや油圧シリンダ等の摺動部品の素材として適したAl合金を提供することができる。

出願人 三菱アルミニウム株式会社

代理人 富田和夫 外1名